

Ejercicios de Medios de Transmisión Guiados

Tema 1: Conceptos Básicos de Líneas de Transmisión

Modelo circuital de la línea de transmisión

- Una fuente de tensión de frecuencia f está conectada a una carga mediante una línea de transmisión de longitud ℓ . Suponiendo que la velocidad de propagación en la línea es igual a la velocidad de la luz c , determinar para cuál de las siguientes situaciones podemos ignorar la presencia de la línea de transmisión en la solución del circuito:
 - $\ell = 20$ cm, $f = 20$ kHz
 - $\ell = 50$ km, $f = 60$ Hz
 - $\ell = 20$ cm, $f = 600$ MHz
 - $\ell = 1$ mm, $f = 100$ GHz
- Calcular los parámetros de línea de transmisión a 2 GHz de un cable bifilar cuyos hilos tienen un radio de 1 mm y están separados 3 cm. Los hilos son de cobre y están inmersos en un dieléctrico de permitividad relativa 2,6 y conductividad 2×10^{-6} S/m.
- Una línea de transmisión de placas plano-paralelas esta formada por placas de anchura 1,2 cm separadas una distancia 0,15 cm. Las placas son de cobre ($\mu_c \simeq \mu_0$ y $\sigma_c = 5,8 \times 10^7$ S/m) y el dieléctrico utilizado es poliestireno ($\epsilon_r = 2,6$ y $\sigma \simeq 0$). Calcular los parámetros de la línea (R, L, G y C) a 1 GHz.
- Un cable coaxial con conductores interno y externo de diámetros 0,5 cm y 1 cm, respectivamente, esta relleno con un material aislante de permitividad relativa 4,5 y conductividad 10^{-3} S/m. Calcular los parámetros de la línea a 1 GHz.

Ec. de ondas en el dominio del tiempo

- La corriente en una línea de transmisión viene dada por $i(z, t) = 1,2 \cos(1,51 \times 10^{10}t - 80,3z)$ A. Calcular:
 - la frecuencia
 - la longitud de onda
 - la velocidad de fase
 - la representación fasorial de la corriente
- La impedancia característica de una línea de transmisión sin pérdidas vale 72Ω . Sabiendo que la autoinducción por unidad de longitud de la línea es $0,5 \mu\text{H/m}$, calcular la capacidad por unidad de longitud, la velocidad de fase y la cte de fase a 80 MHz.

Ec. de ondas en el dominio de la frecuencia

- A 6×10^8 rad/s, los parámetros de cierta línea de transmisión valen $R = 20 \Omega/\text{m}$, $L = 0,4 \mu\text{H/m}$, $G = 80 \mu\text{S/m}$ y $C = 40$ pF/m. Calcular la cte de atenuación, la cte de fase, la longitud de onda y la impedancia característica.
- A la frecuencia angular de 1 Mrad/s, una cierta línea de transmisión no dispersiva tiene una constante de propagación de valor $1 + j2 \text{ m}^{-1}$ y una impedancia característica de 20Ω . Calcular los parámetros R, L, G y C de la línea.
- Calcular los parámetros circuitales de una línea de transmisión sin distorsión sabiendo que su impedancia característica vale 50Ω , la constante de atenuación 20 mNp/m y la velocidad de fase $2,5 \times 10^8$ m/s. Determinar la longitud de onda a 100 MHz.

Potencia

- Un cable coaxial tiene los siguientes parámetros circuitales a 10 MHz: $R = 3 \text{ m}\Omega/\text{m}$, $L = 0,3 \mu\text{H/m}$, $G = 3,5 \mu\text{S/m}$ y $C = 9$ pF/m. Calcular la atenuación que produce el cable en dB/m.
- Un transmisor y un receptor se conectan mediante un par de líneas de transmisión dispuestas en cascada. La primera línea tiene una longitud de 40 m y unas pérdidas de potencia de 0,1 dB/m. La segunda mide 25 m y pierde 0,2 dB/m. En la unión de ambas líneas se pierden 2 dB. ¿Si la potencia transmitida es 100 mW, cuánto vale la potencia recibida?
- La potencia suele especificarse en unidades llamadas dBm, que es la potencia en decibelios respecto a 1 mW. Matemáticamente

$$P(\text{dBm}) = 10 \log_{10} \left(\frac{P(\text{W})}{1 \text{ mW}} \right).$$

Supóngase que un receptor tiene una sensibilidad de -5 dBm, lo cual indica la potencia mínima que debe recibir para interpretar adecuadamente los datos transmitidos. Si un transmisor con una potencia de salida de 100 mW se conecta a un receptor a través de una línea de transmisión que presenta unas pérdidas en potencia de 0,1 dB/m, ¿cuál es la longitud máxima de línea que puede utilizarse?

Soluciones:

...

1. (a) $\ell/\lambda = 1,33 \times 10^{-5}$; (b) $\ell/\lambda = 0,01$;
(c) $\ell/\lambda = 0,4$; (d) $\ell/\lambda = 0,33$;
2. $R = 3,71 \Omega/\text{m}$; $L = 1,36 \mu\text{H}/\text{m}$;
 $G = 1,85 \mu\text{S}/\text{m}$; $C = 21,3 \text{ pF}/\text{m}$
3. $R = 1,38 \Omega/\text{m}$; $L = 157 \text{ nH}/\text{m}$;
 $G = 0 \text{ S}/\text{m}$; $C = 184,2 \text{ pF}/\text{m}$
4. $R = 0,788 \Omega/\text{m}$; $L = 139 \text{ nH}/\text{m}$;
 $G = 9,1 \text{ mS}/\text{m}$; $C = 362 \text{ pF}/\text{m}$
5. a) $f = 2,4 \text{ GHz}$; b) $\lambda = 0,0782 \text{ m}$
c) $v_p = 1,88 \times 10^8 \text{ m/s}$; d) $I(z) = 1,2e^{-j80,3z} \text{ A}$
6. $C = 96 \text{ pF}/\text{m}$; $v_p = 1,44 \times 10^8 \text{ m/s}$; $\beta = 3,5 \text{ rad}/\text{m}$
7. $\alpha = 0,104 \text{ Np}/\text{m}$; $\beta = 2,40 \text{ rad}/\text{m}$;
 $\lambda = 2,62 \text{ m}$; $Z_0 = (100 - j4) \Omega$
8. $R = 20 \Omega/\text{m}$; $L = 40 \mu\text{H}/\text{m}$;
 $G = 0,05 \text{ S}/\text{m}$; $C = 0,1 \mu\text{F}/\text{m}$;
9. $R = 1 \Omega/\text{m}$; $L = 200 \text{ nH}/\text{m}$;
 $G = 400 \mu\text{S}/\text{m}$; $C = 80 \text{ pF}/\text{m}$;
 $\lambda = 2,5 \text{ m}$
10. $\alpha = 2,85 \times 10^{-3} \text{ dB}/\text{m}$
11. $P = 7,9 \text{ mW}$
12. 250 m